



TITLE:

## 21. 二元合金の秩序-無秩序相転移 点近傍の臨界緩和の研究(臨界現象 ,研究会報告)

AUTHOR(S):

橋本, 巍洲

---

CITATION:

橋本, 巍洲. 21. 二元合金の秩序-無秩序相転移点近傍の臨界緩和の研究  
(臨界現象,研究会報告). 物性研究 1977, 27(5): E63-E66

ISSUE DATE:

1977-02-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/89273>

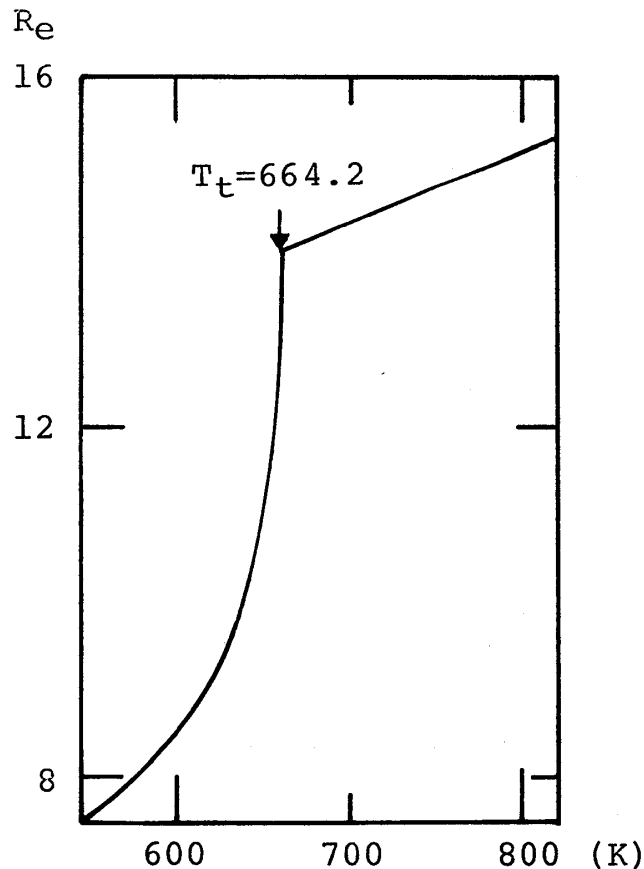
RIGHT:

## 二元合金の秩序—無秩序相転移点 近傍の臨界緩和の研究

東工大・理 橋 本 巍 洲

二元合金の秩序—無秩序相転移の問題は、Ising スピン模型の適用可能な一つの典型例であるが、現在迄臨界現象の研究対象としては、あまり注目されなかった。我々は、この種合金のうち、 $\text{Cu}_3\text{Au}$  合金を選んで、相転移点近傍で臨界緩和の研究を行っている。 $\text{Cu}_3\text{Au}$  合金は、Cu および Au 原子の配列が、秩序—無秩序転移を  $T_t = 664.2$  K で起す合金である。<sup>1)</sup>  $\text{Cu}_3\text{Au}$  合金を選択したのは、Cu および Au 原子の整列の緩和時間が長いため、<sup>2)</sup> その測定が精度よく行い得るという理由からであり、このことは、さらに、ある熱的な平衡状態から他の温度に急冷した場合その温度における平衡状態に到達するまでの過渡過程に関する統計力学的問題の研究を非常に容易に行い得ると言う利点をもたらすからである。

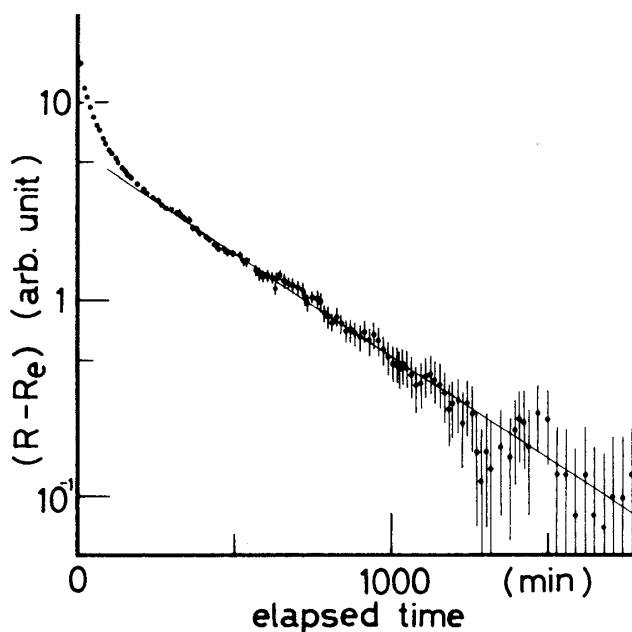
緩和現象の観測には、電気抵抗測定が用いられた。秩序状態より無秩序状態へ変ると電気抵抗は、第1図に示したように急激に増加する。この試料を  $T_t$  以上の温度 ( $\sim 673$  K) でアニールし、試料を完全に無秩序状態にした後、 $T_t$



第1図  $\text{Cu}_3\text{Au}$  の電気抵抗  $R_e$  の  
温度依存性

以下の（ただし， $T_t$  に近い）温度，たとえば，653 K に急冷し，その温度で再び長時間アニールを続ける。この場合の試料の電気抵抗値の変化を急冷後のアニールの続行時間の関数として求めた。

第2図に 653 K に急冷した際の測定例を一例として示してある。 $R$  は電気抵抗値であり， $R_e$  は 653 K の熱平衡状態での  $R$  を示す。縦軸には， $(R-R_e)$  が対数プロットしてあり，横軸は急冷後の経過時間である。～300 分以上の領域での  $(R-R_e)$  の経時変化は直線的であり，単一緩和時間  $\tau$  で記述されるようである。最初の急激な減少は，過渡的な変化に対応し，直線近似される領域は，平衡状態に非常に近い状態での秩序度の増加に対応する部分と考えられる。したがって，我々は測定された  $(R-R_e)$  は，



第2図 試料急冷後の電気抵抗， $(R-R_e)$ ，の経時変化

$$R-R_e = A f(t) + B e^{-t/\tau} \quad (1)$$

で記述されると考え，(1) を用いて平衡状態に近い場合の緩和時間で  $\tau$  を求めた。ここで， $A$  および  $B$  は定数， $t$  は時間を示す。

急冷温度を変えて，この  $\tau$  の温度依存性を求めた結果を第3図に示す。 $T_t$  に近づくと共に， $\tau$  は急激に増大する。

Ising Spin モデルを用いて考えると，<sup>3)</sup>  $\tau$  は

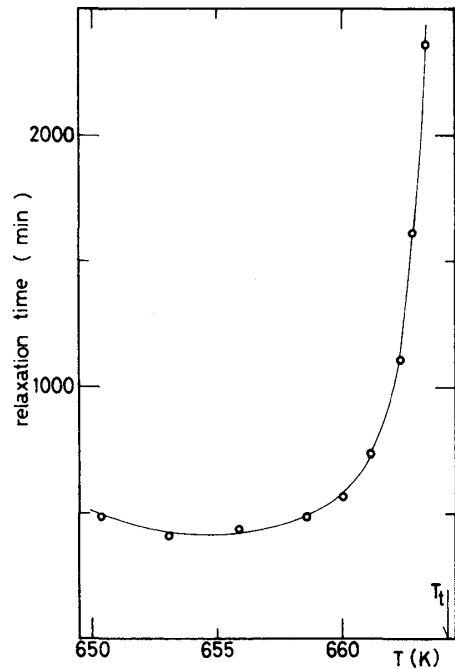
$$\tau = C(T) \cdot \tau_D \quad (2)$$

と表される。ここで、 $\tau_D$  は、Cu または Au 原子の Diffusion time である。いま、この  $C(T)$  が、

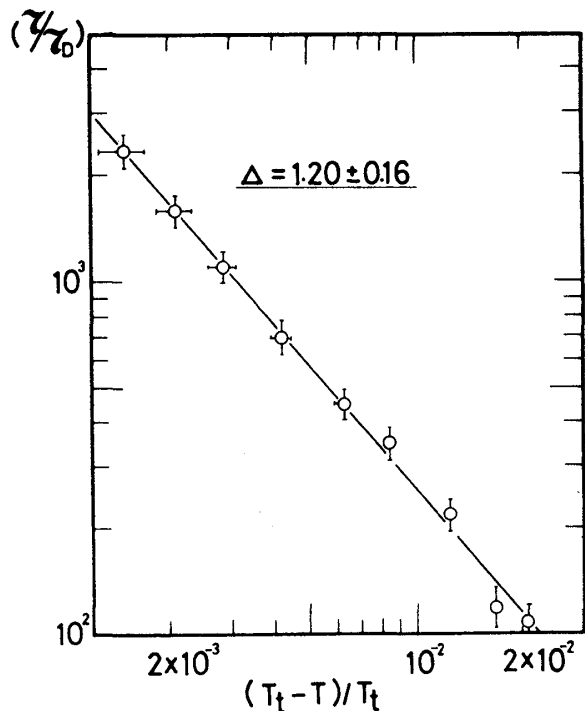
$$C(T) \propto (T_t - T)^{-\Delta} \quad (3)$$

であると仮定して、第 3 図より  $C(T)$  を求めた。 $\log(\tau/\tau_D)$  対  $\log(T_t - T)/T_t$  のグラフを第 4 図に示す。ほぼ直線関係が成立し、 $\Delta = 1.20 \pm 0.16$  の値が求められた。一方、得られた  $\tau_D$  より計算された原子の Activation Energy は、 $E_g = 1.6$  eV であった。この結果は、第 1 表に示すように、臨界領域より遠く離れた領域で、多くの研究者により過去に求められた  $E_g$  の値と良く一致しており、我々の解析の正しさを示していると考えて良い様である。

$\text{Cu}_3\text{Au}$  合金の相転移は、一次転移と言われているが、我々の結果は  $\tau$  が  $T_t$  で鋭く対数発散することを示し、さらに、 $\Delta$  の値は 1.20 と、三次元 Ising Spin 系におけるそれと近い値を示している。このことは  $\text{Cu}_3\text{Au}$  の相転移が、二次に非常に近いことを示唆していると考えられる。



第 3 図 緩和時間の温度依存性



第 4 図  $\log(\tau/\tau_D)$  対  $\log(T_t - T)/T_t$

第1表    Activation Energy  $E_g$ 

観 測 者	$E_g$
C. Sykes and H. Evans <sup>1)</sup>	1.65 eV
R. Feder et al. <sup>4)</sup>	2.03 eV
E. Nagy and I. Nagy <sup>5)</sup>	0.84 eV
T. Hashimoto, T. Miyoshi <sup>2)</sup> and H. Ohtsuka $E_g$	1.60 eV

## 参 考 文 献

- 1) C. Sykes and H. Evans, J. Inst. Metals **58**, (1936) 255
- 2) T. Hashimoto, T. Miyoshi and H. Ohtsuka, Phys : Rev. B **13** (1976) 1119
- 3) 例えば, P. W. Mason, Phys. Rev. **72** (1965) 854  
M. Suzuki and R. Kubo, J. Phys. Soc. Japan **24** (1968) 51.
- 4) R. Feder, M. Mooney and A. S. Nowick, Acta Met. **6** (1958) 266
- 5) E. Nagy and I. Nagy, J. Phys. Chem. Solids, **23** (1962) 1605